

Tallinna XXVI koolinoorte keemiaolümpiaadi koolivoor

2025.–2026. õa

9. detsembril 2025 kell 12.00–15.00

Koolivooru ülesanded on koostatud eesti keeles. See on ülesannete tõlge vene keelde.

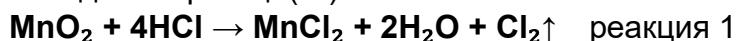
Перед началом работы перенесите на титульный лист своей работы данную таблицу и внесите в неё свои имена и школу.

9. klass		I	II	III	IV	Σ
Õpilase nimi						
Õpetaja nimi						
KOOL						

Разрешено использовать периодическую систему химических элементов, электрохимический ряд активности металлов, таблицу растворимости и калькулятор.

1. ЗАДАНИЕ (10)

Открытие хлора обычно приписывают шведу Карлу Вильгельму Шееле, который получил хлор как простое вещество в результате химической реакции между диоксидом марганца(IV) и соляной кислотой:



По описанию Шееле полученный газ имел резкий запах, напоминающий тёплую царскую водку, и сильно раздражал лёгкие.

1. Сколько молей и сколько литров (н.у.) хлора можно получить при взаимодействии 0,28 моль HCl с MnO₂? (1)

Клод Луи Бертоlle исследовал отбеливающее действие хлора и разработал отбеливающий раствор — жавелевую воду (eau de Javelle). Активным веществом в ней является гипохлорит калия KClO.



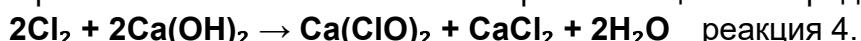
Бертоло первым получил также хлорат калия KClO₃, известный сегодня как соль Бертоло. Он образуется при пропускании хлора через горячий концентрированный раствор гидроксида калия:



2. Сколько граммов хлората калия можно получить из 80 дм³ хлора (н.у.) и сколько граммов гидроксида калия для этого потребуется? (2,5)

3. В какой реакции из одного и того же количества хлора образуется больше хлорида калия — в реакции 2 или в реакции 3? Объясните. (1)

Чарльз Теннан впоследствии разработал метод получения хлорной извести. Хлорная известь состоит из гипохлорита кальция и хлорида кальция.



4. Какое минимальное количество хлора (в м³ при н.у.) необходимо для получения ровно 10 килограммов хлорной извести, которая содержит по массе 27% гипохлорита кальция? (2)

Хлор — самый распространённый галоген в живой природе. В организме человека хлор присутствует в виде ионов хлорида Cl⁻ и составляет около 0,15% массы человека.

5. Сколько ионов хлорида содержится в организме человека массой 70 кг?

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{mol} \quad (1.5)$$

В воде Мёртвого моря среди анионов больше всего ионов хлорида. В пересчёте на смесь солей вода Мёртвого моря содержит по массе 13% $MgCl_2$, 8% $NaCl$, 3,5% $CaCl_2$ и 1% KCl . Плотность воды Мёртвого моря составляет 1,24 кг/дм³.

6. Сколько молей ионов хлорида содержится в 1 дм³ воды Мёртвого моря? (2)

2. ЗАДАНИЕ (10)

Первая часть

Гранулы алюминия погружают в раствор серной кислоты (реакция № 1). В образующийся раствор соли добавляют по каплям раствор щёлочи (реакция № 2), и образовавшийся белый желеобразный осадок отделяют от смеси фильтрованием. **Осадок делят на две части.**

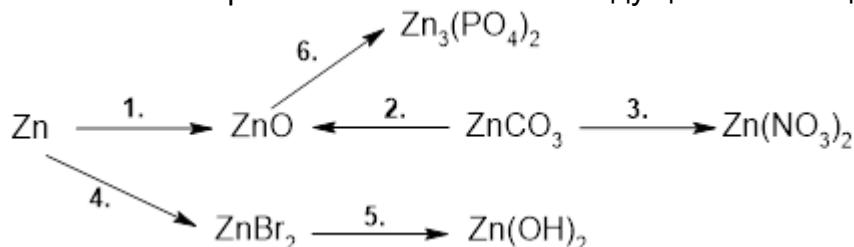
Одну часть осадка разлагают при нагревании (реакция № 3), и к образующемуся белому порошку добавляют раствор соляной кислоты (реакция № 4). При добавлении по каплям раствора нитрата серебра(I) к полученному раствору соли образуется белый творожистый осадок (реакция № 5).

Ко второй части осадка добавляют раствор сильной одноосновной кислородсодержащей кислоты (реакция № 6), и при добавлении по каплям раствора фосфата натрия к полученному раствору соли также образуется белый осадок (реакция № 7).

1. Составьте и уравняйте химические уравнения реакций 1–7 (4)

Вторая часть

На схеме изображены взаимосвязи между цинком и соединениями цинка.



2. Составьте и уравняйте уравнения химических реакций, соответствующих переходам 1–6, изображённым на схеме. (3)

Третья часть

Вещество **X** в народе называют «негашёная известь», а вещество **Y** — «гашёная известь». Это соответственно оксид и гидроксид одного и того же щёлочноземельного элемента. Вещества **X** и **Y** реагируют с кислотными оксидами **A**, **B**, **C** и **D**. Вещество **A** содержит по массе 50% кислорода; молярная масса вещества **B** составляет 284 г/моль; вещество **C** является основным компонентом кварца (песка), а вещество **D** — это газ красно-бурового цвета при комнатной температуре, в молекуле которого 23 электрона.

3. Составьте и уравняйте уравнения следующих реакций: (3)

X + A

Y + B

Y + C

Y + D (среди продуктов реакции образуются две соли)

3. ЗАДАНИЕ (10)

С металлической связью вещества широко используются в повседневной жизни.

1. Определите для каждого утверждения, характеризует ли оно

металлическую связь или нет.

(1,5)

1) Вызывает твёрдость материала.

2) Обеспечивает электрическую проводимость материала.

3) Частицы имеют общие свободные электроны внешнего слоя.

4) Между двумя атомами имеются одиночные электронные пары.

5) Обеспечивает обработку материала.

Галлий обладает свойствами, похожими на свойства других металлов, однако его температура плавления составляет всего около 30 °С. Он встречается как примесь, например, в алюминиевых рудах. В 1871 году Д. Менделеев предсказал свойства галлия, называемого тогда эка-алюминием.

Чистый галлий производится в результате нескольких химических процессов. Один из процессов характеризуется следующими уравнениями реакций, где «...» обозначает коэффициенты:



2. Запишите символы химических элементов X и Y. (0,5)

3. Составьте уравнения реакций A) и B) в уравновешенном виде. (1)

4. Какая частица является восстановителем в реакции B)? (0,5)

При более высокой температуре чистый галлий реагирует с кислородом и образует оксид, в котором степень окисления галлия равна +III (реакция C). Если этот оксид далее реагирует с галлием (в простом веществе), получается оксид, в котором степень окисления галлия на две единицы ниже, чем в исходном оксиде (реакция D).

5. Напишите электронную схему иона галлия с зарядом +3. (0,5)

6. Составьте и уравновесьте уравнения реакций C и D. (2)

7. Какой химический элемент восстанавливается в реакции C? (0,5)

8. Какой химический элемент является окислителем в реакции D? Запишите уравнение перехода электронов для окислителя. (1)

Соединения галлия можно использовать в плавких предохранителях и сплавах для сигнальных устройств. Одно из соединений галлия применяется, например, в синих светодиодах и в электронике 5G. Оно состоит из атомов двух элементов, и галлий составляет 83,3% молекулярной массы этого соединения.

9. Определите с помощью вычислений формулу этого соединения галлия.

Покажите расчёты.

(1)

Из соединений галлия на поверхности полупроводниковых материалов формируют слой, который выполняет в электронном устройстве функцию изолятора. При его взаимодействии с веществами может образоваться соединение, состоящее из атомов галлия, кислорода и ещё одного элемента. Степень окисления галлия в этом соединении равна +III; степень окисления неизвестного элемента равна +V (одновременно это максимальная степень окисления этого элемента), а у кислорода — характерная минимальная степень

окисления. В формуле соединения содержится один атом галлия, а массовая доля галлия в веществе примерно в 1,09 раза больше массовой доли кислорода. Атом неизвестного элемента составляет 36% от общей массы соединения.

10. Определите с помощью вычислений формулу описанного соединения.

Покажите расчёты.

(1,5)

4. ЗАДАНИЕ (10)

Сассь решил провести продуктивное воскресенье и начал утро с приятной пробежки в лесу. Когда Сассь вернулся домой, он приготовил себе богатый минералами напиток, чтобы восстановить в организме так называемый электролитный баланс. Для приготовления напитка он использовал специальный порошок, некоторые компоненты которого представлены в таблице.

Ион	Содержание в 100 г порошка
Na ⁺	12,225 г
Ca ²⁺	2 580 000мкг *
Mg ²⁺	2,594 г
K ⁺	3397 мг
Cl ⁻	0,018336 kg

$$1\text{мкг} = 10^{-6}\text{г}$$

1. Расположите ионы в порядке увеличения их содержания в порошке, начиная с элемента с наименьшим содержанием. (1)

2. В инструкции по применению порошкового продукта указано, что для одной порции нужно растворить 5 г порошка в 300 мл воды. Вычислите массовую долю (в процентах) **ионов магния** в приготовленном напитке, если плотность воды равна 1 г/см³. (2)

Сассу подарили небольшой аквариум, чтобы он мог поместить туда несколько кораллов и маленьких морских рыбок. Он достал необходимую солевую смесь и приготовил в аквариуме подходящий раствор.

3. Сколько граммов солевой смеси он израсходовал, чтобы из 45 литров чистой воды (плотностью 1 г/см³) приготовить раствор, содержащий 3,5% солей по массе? (1,5)

У юноши, интересующегося природой, дома уже был пресноводный аквариум с растениями, в который время от времени нужно было добавлять кристаллы калийной селитры — KNO₃. Сасс выяснил, что калийную селитру можно очистить перекристаллизацией, поскольку её растворимость зависит от температуры:

Температура (°C)	Растворимость KNO ₃ (г вещества в 100 г воды)
20	32
30	46
40	63
50	85

4. Сколько граммов калийной селитры (KNO₃) выкисталлизуется, если при 50 °C был приготовлен насыщенный раствор из 400 г воды и необходимого количества KNO₃, а затем этот раствор охладили до 20 °C? (1,5)

В конце насыщенного дня Сасс и его сестра захотели выпить домашнего какао. Сассу нравится какао-напиток, который содержит 4,0% порошка для напитка по массе, и он приготовил себе один стакан, то есть 200 мл. Так как у сестры к этому времени желание пить какао уже прошло, она отдала свой напиток брату, но призналась, что из-за большой тяги к сладкому добавила к 200 мл молока целых 5 чайных ложек порошка (1 ч. л. = 4,5 г). Сасс вздохнул, вылил оба какао-напитка в кастрюлю и принялся рассчитывать, сколько молока ему нужно добавить, чтобы получить напиток по своему вкусу. Будем считать, что плотность как молока, так и приготовленных какао-напитков равна 1,04 г/мл.

5. Сколько миллилитров молока должен добавить Сасс к приготовленным им и его сестрой какао-напиткам, чтобы получить какао с желаемой массовой долей порошка? (4)